



OULUN YLIOPISTO
UNIVERSITY of OULU

OULUN YLIOPISTON KAUPPAKORKEAKOULU

Santtu Herva

**AUTOMATISOIDUN KAUPANKÄYNNIN VAIKUTUKSET OSAKEMARKKINOIDEN
TEHOKKUUTEEN**

Kandidaatintutkielma

Kauppätieteet

Joulukuu 2020

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	3
2	MARKKINOIDEN PERUSTA	6
2.1	Rahoitusmarkkinat.....	6
2.2	Markkinatehokkuus	6
3	AUTOMATISOITU KAUPANKÄYNTI.....	8
3.1	Automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien toiminta.....	8
3.1.1	Kaupankäynti ennalta asetettujen ehtojen mukaan	9
3.1.2	Arbitraasi.....	10
3.1.3	Toimeksiantojen ennakointi	10
3.2	Rooli markkinoilla	11
3.2.1	Vaikutukset likviditeettiin	11
3.2.2	Kaupankäyntijärjestelmien haasteet.....	13
4	TUTKIELMASSA KÄYTETTY AINEISTO	15
5	VAIKUTUKSET MARKKINOIDEN TEHOKKUUTEEN	17
5.1	Etelä-Korean pörssi.....	17
5.2	Australian arvopaperipörssi.....	22
5.3	Lontoon pörssi ja Euronext.....	26
6	YHTEENVETO	33
	LÄHTEET	36

1 JOHDANTO

Teknologian kehittyminen on mullistanut rahoitusmarkkinat täysin. Vaikka rahoitusmarkkinoiden toiminnan perusidea ei aikojen saatossa ole juuri muuttunut, on teknologia mahdollistanut varojen nopeamman ja vaivattomamman liikkumisen sekä tavat käydä kauppaa. Kehityksen myötä kaupankäyntikulut ovat laskeneet huomattavasti automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien seurauksena. Nykypäivänä toimeksiannon tekeminen rahoitusmarkkinoilla ei vaadi lukuisia fyysisiä käsipareja, vaan tapahtuma etenee bittiavaruudessa nopeammin ja helpommin kuin koskaan aikaisemmin. Pienentyneet kaupankäyntikustannukset ja paremmat järjestelmät johtavat ennen pitkää tehokkaampiin sekä toimivampiin rahoitusmarkkinoihin ja sen myötä pienempiin yritysten pääoman kustannuksiin. (Hendershott, Jones & Menkveld, 2011.)

Automatisoitu ja algoritminen kaupankäynti viittaavat kaupankäyntiin arvopaperimarkkinoilla, jossa päätöksiä tekee ihmisen sijaan tietokone. Päätökset voivat olla esimerkiksi toimeksiantojen toteutuksia tai niiden muuttamista toteutuksen jälkeen. Perusidea on kuitenkin se, että ihminen määrittelee tietokonealgoritmiin ensin asetukset ja antaa raamit, joiden perusteella algoritmi päätöksiä toteuttaa. Keskeistä on myös järjestelmien kyky lukea markkinadataa sekä uutta informaatiota ja reagoida näihin ennalta määritellyin tavoin hyvin nopeasti. (Hendershott, Jones & Menkveld, 2011.)

Vaikka automatisoituja kaupankäyntijärjestelmiä on hyödynnetty jo 1970-luvulta lähtien, niiden suosio on kasvanut valtavasti 1990-luvun puolivälistä lähtien. Vuonna 2017 JPMorgan-pankin mukaan vain 10 % osakekaupankäynnistä on tavallista, yksittäisten ihmisten tekemää kauppaa, mikä kertoo kaupankäynnin automatisoitumisesta (Cheng, 2017). Automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien sääntelyä ja toimintaa on muutettu vuosien myötä, ja esimerkiksi vuonna 2007 voimaan astuneen MiFID1-direktiivin seurauksena automatisoituja kaupankäyntijärjestelmiä hyödyntävät markkinatoimijat saivat entistä laajemmat mahdollisuudet toimia monenkeskisillä kaupankäyntijärjestelmillä (multilateral trading facility, tästä eteenpäin MTF) perinteisten pörssien sijaan. (Hendershott, Jones & Menkveld, 2011; Aitken, Aspris, Foley & Harris, 2018.)

Markkinatehokkuus on terminä tunnettu jo 1970-luvulta lähtien Eugene Faman julkaistua ensimmäisen aiheeseen liittyvän tutkimuksensa (Fama, 1970), ja itsessään paljon tutkittu ja kiistelty aihe rahoitusmarkkinoilla. Markkinatehokkuuden tutkiminen on monipuolistunut teknologian ja automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien kehittyessä ja kyetessä entistä nopeampaan informaation sisäistämiseen sekä käyttämiseen. Markkinatehokkuutta voidaan mitata monilla erilaisilla mittareilla, ja automatisoidun kaupankäynnin vaikutuksia markkinatehokkuuteen on yleisimmin tarkasteltu volatilitietin, likviditeetin sekä hinnanmuodostuksen kautta (Hendershott ym. 2011). Esimerkiksi Aitken ym. (2018) liittävät markkinatehokkuuteen myös markkinoiden oikeudenmukaisuuden käsitteen laajentaen perinteistä tapaa tarkastella markkinatehokkuutta.

Tutkielman tavoitteena on selvittää lisääntyneen automatisoidun osakekaupankäynnin vaikutuksia markkinatehokkuuteen. Tutkimuskysymykset ovat:

- Miten automatisoitu osakekaupankäynti on vaikuttanut markkinatehokkuuteen?
- Miten mahdollisia muutoksia markkinatehokkuudessa mitataan?

Tutkimuskysymyksiä käsitellään kolmen, eri pörseissä tehdyn empiirisen tarkastelun avulla. Tarkastellut pörssit ovat Australian pörssi (Australian Securities Exchange, ASX), Etelä-Korean pörssi (Korea Exchange, KRX), Lontoon pörssi (London Stock Exchange, LSE) ja useita pörsejä hallinnoiva Euronext. Automatisoiduilla kaupankäyntijärjestelmillä viitataan tutkielmassa kaikkiin tietokoneistettuihin, algoritmisiin järjestelmiin, jotka tekevät itsenäisiä taloudellisia päätöksiä.

Tutkielman keskeisinä tuloksina havaitaan automatisoidun kaupankäynnin lisääntymisellä osakemarkkinoilla olevan positiivinen vaikutus markkinatehokkuuteen. Tulos havaitaan kaikilla markkinoilla ja eri mittareilla mitattuna. Markkinatehokkuutta mittaavat mittarit ovat pääosin toimivia ja käyttökelpoisia, joskin joissain tilanteissa mittareissa ilmenee pieniä ristiriitoja toistensa kanssa. Nämä ristiriidat ovat kuitenkin pieniä, eivätkä merkittäviä relevanttien tulosten kannalta.

Tutkielman rakenne on seuraavanlainen: luku kaksi käsittelee rahoitusmarkkinoita yleisesti. Luku kolme käsittelee automatisoituja kaupankäyntijärjestelmiä, niiden toimintaa ja rakennetta. Neljännessä luvussa esitellään tutkielmassa käytetty aineisto pääpiirteittäin. Luvussa viisi käsitellään kolme eri tutkimusta, joissa automatisoitua kaupankäyntiä peilataan markkinatehokkuuteen. Kuudes luku tiivistää tutkielman sisällön ja kokoaa yhteen tärkeimmät tulokset.

2 MARKKINOIDEN PERUSTA

2.1 Rahoitusmarkkinat

Rahoitusmarkkinoiden tehtävät jaetaan yleisesti neljään eri osaan:

1. Varojen allokointi yli- ja alijäämasektoreiden välillä
2. Informaation välttäminen
3. Rahoitusvaateiden, kuten osakkeiden likviditeetin parantaminen
4. Riskien hajauttaminen.

Näin rahoitusmarkkinat mahdollistavat varojen liikkumisen sinne, missä niitä eniten tarvitaan. Esimerkiksi yritys voi rahoittaa toimintansa pankkilainalla, joka on alun perin peräisin pankkitalletuksen tehneeltä kotitaloudelta. Rahoitusmarkkinat voidaan jakaa raha- ja pääomamarkkinoihin ja edelleen pääomamarkkinat pitkän koron markkinoihin sekä osakemarkkinoihin (Knüpfer & Puttonen, 2018, s. 52–55.) Erityisesti osakemarkkinat ovat keskeisessä tarkastelussa tässä tutkielmassa.

Osakemarkkinat ovat pääomamarkkinoiden osa, jossa käydään kauppaa osakkeilla. Periaatteessa *osake* sanana viittaa osuuteen mistä tahansa osakeyhtiöstä, mutta käytännössä osakekaupankäynnistä puhuttaessa viitataan pörssinoteerattuihin, julkisten osakeyhtiöiden osakkeisiin. Tällaisia osakkeita kuka tahansa voi ostaa ja myydä oman välittäjänsä, kuten pankin kautta. Kauppapaikkana osakkeille käytetään yleensä julkista kauppapaikkaa, pörssiä, mutta osakekauppaa voi harjoittaa myös pörssin ulkopuolella. Osakemarkkinat ja kansalliset pörssit ovat usein talouselämän keskiössä ja niiden mittaaminen sekä tarkastelu ovat taloudellisen kehityksen tutkimisen kannalta tärkeässä asemassa (Knüpfer & Puttonen, 2018, s. 61–62).

2.2 Markkinahokkuus

Markkinahokkuus tarkoittaa rahoitusteoriassa ilmiötä, jossa arvopapereiden, kuten osakkeiden hintaan heijastuu kaikki markkinoilla oleva informaatio. Markkinahokkuuden seurauksena syntyy oletus, jonka mukaan kukaan yksittäinen sijoittaja ei voi voittaa markkinoita eli toisin sanoen saada ylituottoja suhteessa

markkinoiden keskimääräiseen riskikorjattuun tuottoon. Täysin tehokkaat markkinat edellyttävät informaatiotehokkuutta, joka tarkoittaa sitä, että kaikki uusi sekä jo olemassa oleva informaatio välittyy arvopapereiden hintoihin välittömästi ja oikein. (Knüpfer & Puttonen, 2018, s. 167–174.)

Tehokkaat markkinat on jo 1970-luvulla Eugene Faman kehittämä hypoteesi, joka voidaan jakaa kolmeen eri tasoon: heikosti tehokkaisiin markkinoihin, puolivahvasti tehokkaisiin markkinoihin sekä vahvasti tehokkaisiin markkinoihin. Heikosti tehokkailla markkinoilla osakkeiden hintoihin välittyy kaikki historiallinen tieto, jolloin teknisen analyysin voidaan todeta olevan hyödytöntä ylituottoja tavoiteltaessa. Teknisessä analyysissä pyritään arvopapereiden historiallista hintakehitystä hyödyntämällä saavuttamaan informaatioetua. Puolivahvasti tehokkailla markkinoilla arvopapereiden hintoihin välittyy kaikki julkisesti saatavilla oleva tieto historiallisen hintainformaation lisäksi, kuten esimerkiksi yritysten tulosvaroitukset ja osakeanalyytikoiden ennusteet. Tällöin fundamenttianalyysin eli yrityksen arvioimisen tilinpäätöstietojen perusteella voidaan todeta olevan hyödytöntä ylituottoja haviteltaessa. Vahvasti tehokkailla markkinoilla oletetaan kaiken informaation sisältyvän arvopapereiden hintoihin, jolloin kukaan ei pysty yltämään ylituottoihin arvopaperimarkkinoilla. Vahvasti tehokkaiden markkinoiden oletus sisältää myös sisäpiiritiedon arvopaperin hinnan muodostumisessa. (Fama, 1970; Knüpfer & Puttonen, 2018, s. 167–174.)

Markkinoiden tehokkuudesta, sen puolesta ja sitä vastaan on väitelty jo pitkään (Malvika, 2019). Erilaisia teorioita on lukuisia, ja keskeistä lieneekin se, millainen toiminta markkinoilla koetaan tehokkaiden markkinoiden kaltaiseksi toiminnaksi ja mitä tehokkailla markkinoilla tarkoitetaan. Kuten Knüpfer ja Puttonen (2018, s. 170–171) asian ilmaisevat, markkinat eivät kuitenkaan ikinä ole täydellisesti tehokkaat johtuen muun muassa kaupankäyntikustannuksista, verotuksesta sekä informaation välittymisen hitaudesta. Tämän myötä eri markkinaosapuolilla voi olla informaatioetua suhteessa toiseen markkinatoimijaan, mikä taas mahdollistaa arbitraasin. Arbitraasi tarkoittaa tilannetta, jossa markkinoilla on mahdollista tehdä voittoja ilman riskejä.

3 AUTOMATISOITU KAUPANKÄYNTI

Automatisoidulla kaupankäynnillä tarkoitetaan tietokoneiden ja algoritmien avulla käytävää kauppaa rahoitusinstrumenteilla, kuten osakkeilla. Ominaista automatisoiduille kaupankäyntialgoritmeille on niiden suuri nopeus toteuttaa toimeksiantoja sekä nopeus tulkita ja käyttää uutta informaatiota (Breckenfelder, 2019.) Käytännössä algoritmit ovat matemaattisia malleja, jotka hyödyntävät markkinoilta saatavaa dataa, kuten uutisia ja muutoksia yritysten tunnusluvuissa (Cartea, 2016). Koska algoritmit kykenevät tulkitsemaan ja käyttämään informaatiota erittäin nopeasti, voidaan automatisoidun kaupankäynnin olettaa eroavan merkittävästi yksittäisen ihmisen tekemästä kaupankäynnistä. Yksi tunnetuimmista automatisoitua kaupankäyntiä hyödyntävistä yrityksistä maailmassa on Renaissance Technologies, jonka Medallion -hedgerahasto on tuottanut perustamisvuodestaan 1988 asti keskimäärin yli 60 % vuodessa ollen näin kiistatta maailman menestynein hedgerahasto (Cornell, 2020). Medallion-hedgerahaston poikkeuksellinen menestyminen suhteessa markkinoiden keskimääräiseen tuottoon yli 30 vuoden aikajänteellä asettuu osaltaan tehokkaiden markkinoiden hypoteesia vastaan.

3.1 Automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien toiminta

Automatisoidut kaupankäyntijärjestelmät käyvät kauppaa ennalta määrättyjen matemaattisten mallien sekä parametrien pohjalta. Näiden tietojen perusteella algoritmi päättää halutun toimeksiannon tekemisestä, sen ajoituksesta, hinnasta ja määrästä. Tietokoneiden valtavan prosessointikyvyn avulla algoritmit oppivat koko ajan uutta markkinoilta, jonka johdosta ne pystyvät jatkuvasti päivittämään strategiaansa uuden datan perusteella ja huomioimaan pienimmätkin muutokset markkinoilla. Perusajatus on se, että kaupankäyntijärjestelmät käyvät kauppaa itsenäisesti ilman ihmisen interventiota itse toimeksiantoihin. Ihmisen tehtäväksi jääkin lähinnä kaupankäyntijärjestelmien ja algoritmien rakentaminen sekä suunnittelu, mahdollisimman toimivien parametrien asettaminen järjestelmiin ja tulosten seuranta (Busch, 2016; Cartea, 2016.)

Luonnollisesti kullakin automatisoitua kaupankäyntiä harjoittavalla markkinatoimijalla ovat omat kriteerinsä käytettävälle strategialle. Jotkut strategiat toimivat pidemmällä aikajänteellä, ja toiset hyödyntävät uutta markkinadataa nopeasti tehden kauppvoja sekunnin murto-osissa ja näin tekevät paljon pieniä voittoja yksittäisten suurten sijaan (Yadav, 2015.) Seuraavaksi esitellään yleisimpiä automatisoidussa kaupankäynnissä ja sen yhteydessä käytettyjä strategioita sekä tekniikoita.

3.1.1 Kaupankäynti ennalta asetettujen ehtojen mukaan

Tässä strategiassa ihmisen ennalta asettamien ehtojen mukaisesti tietokone ostaa ja myy arvopapereita halutulla hintatasolla tai halutun strategian mukaisesti. Esimerkiksi haluttaessa ostaa osaketta hintaan kymmenen euroa, voidaan ennalta jättää ostotoimeksianto, jonka tietokone automaattisesti toteuttaa hinnan saavuttaessa kymmenen euron tason. Tietokonealgoritmeja voi myös ohjelmoida toteuttamaan tietynlaista kaupankäyntitekniikkaa, jolloin se toteuttaa ennalta asetettuja ehtoja yksittäistä toimeksiantoa laajemmassa mittakaavassa. (Yadav, 2015; Hendershott, Jones & Menkveld, 2011.)

Strategiaa voidaan soveltaa laajemmin myös useille markkinoille kerrallaan. Sen avulla voidaan esimerkiksi ostaa tiettyä arvopaperia monelta eri markkinalta samanaikaisesti haluttuun hintaan ja haluttu määrä. Tällaisen strategian harjoittaminen ilman automatisoituja kaupankäyntijärjestelmiä kävisi erittäin kalliiksi tiedonhankinnan kustannusten, välityspalkkioiden sekä mahdollisen meklarin kustannusten vuoksi, jonka lisäksi toiminta ilman automatisoituja järjestelmiä olisi melko hidasta. (Yadav, 2015; Hendershott, Jones & Menkveld, 2011.)

Suuria toimeksiantoja tekevät tahot, kuten rahastot, voivat hyödyntää automatisoituja kaupankäyntijärjestelmiä tehdessään isoja myynti -tai ostotoimeksiantoja. Välttääkseen toimeksiantoja ennakoivia markkinatoimijoita sekä oman toimeksiannon luomaa mahdollista muutosta arvopaperin arvossa voidaan suuri toimeksianto pilkkoa pienempiin osiin. Tässä tapauksessa algoritmi määrittelee ennalta määritellyin ehdoin sopivat määrät, hinnat ja markkinapaikat kulloisellekin pilkotulle toimeksiannolle tarkoituksenaan piilottaa suuri toimeksianto näiden taakse. Toimeksiantojen

pilkkomisella tavoitellaan sitä, etteivät muut markkinatoimijat pääse käsiksi toimeksiantoon ja mahdollistetaan näin paras mahdollinen hinta toimeksiannon toteutukselle. (Yadav, 2015; Der Hovanesian, 2005.)

3.1.2 Arbitraasi

Kuten aiemmin todettiin, tarkoittaa arbitraasi tilannetta, jossa voittoa on mahdollista tehdä ilman riskejä. Tällaisten arbitraasitilanteiden etsimisessä keskeisessä roolissa ovatkin automatisoidut kaupankäyntialgoritmit, jotka jatkuvasti käyvät läpi markkinoita ja etsivät tällaisia tilanteita ja väärin hinnoittelua. Esimerkiksi tilanteessa, jossa osakkeella X käydään pörssissä A kauppaa hintaan 10 euroa ja pörssissä B hintaan 10,1 euroa, on mahdollista tehdä riskitöntä tuottoa myymällä osaketta lyhyeksi pörssissä B ja ostamalla lyhyeksi myynnistä saaduilla varoilla osaketta pörssistä A halvemmalla.

Yleensä tällaiset arvopapereiden väärinhinnoittelut ovat todella lyhytaikaisia ja korjaantuvat nopeasti, jolloin algoritmien kyky käsitellä tietoa sekä ennustaa tulevia väärinhinnoitteluja on omaa luokkaansa verrattuna ihmiseen. Tilanteessa, jossa tietokone löytää väärinhinnoitellun arvopaperin, tekee sen avulla voittoa ja hinnoittelu korjaantuu, voidaan löytää tarttumapintaa myös markkinatehokkuuteen. Koska tietokoneiden avulla voidaan nopeasti löytää ja hyödyntää epätehokkuuksia markkinoilla, niiden avulla ne myös saadaan nopeasti korjattua, mikä omalta osaltaan parantaa markkinatehokkuutta, koska näin mahdolliset arbitraasitilanteet korjaantuvat nopeasti. (Yadav, 2015; Hendershott, Jones & Menkveld, 2011.)

3.1.3 Toimeksiantojen ennakkointi

Automatisoitujen kaupankäyntialgoritmien avulla pystytään havaitsemaan tulevia, usein suuriakin toimeksiantoja, joita sijoittajat ovat asettaneet arvopapereiden ostamiseksi tai myymiseksi. Kun suuri toimeksianto on tiedossa, voidaan sitä käyttää hyväksi voiton tavoittelussa, sillä toimeksianto saattaa heiluttaa arvopaperin kurssia. Arvopapereita voidaan tällaisessa tilanteessa myös ostaa suuri määrä tiedossa olevan ostotoimeksiannon perusteella, jolloin kurssiin saattaa aiheutua nousupainetta.

Arvopaperit pyritään tällöin myöhemmin myymään korkeampaan hintaan toimeksiannon tehneelle markkinaosapuolelle. (Yadav, 2015.)

Käytännössä toimeksiantoja voidaan ennakoida monilla tavoin. Usein käytetty tekniikka on pienten niin sanottujen haamutoimeksiantojen lähettäminen markkinoille, joiden tarkoitus on paljastaa tarjouskirjan syvyys, eli toisin sanoen löytää piilossa oleva isompi toimeksianto ja päätellä, mihin suuntaan kurssi reagoi suuren toimeksiannon toteutuessa. Tätä tekniikkaa voidaan soveltaa myös silloin, kun tiettyä arvopaperia on kaupan useilla eri markkinoilla. Usein esimerkiksi rahastojen tehdessä ostotoimeksiantoja ovat ne niin suuria, että niitä on hankala tehdä yhdeltä markkinalta haluttuun hintaan likviditeetin puutteen vuoksi. Algoritmin huomattessa tällaisen tulevan ostotoimeksiannon markkinalla X se voi kiirehtiä ostamaan arvopaperia myös markkinoilta Y ja Z, jolloin sen on mahdollista myöhemmin myydä ostamansa arvopaperit ostavalle osapuolelle, kuten rahastolle ja päästä näin käsiksi potentiaalisiin voittoihin. (Yadav, 2015.)

3.2 Rooli markkinoilla

Automatisoitu kaupankäynti rahoitusmarkkinoilla on lisääntynyt huomattavasti tietotekniikan kehittyessä 2000-luvulla. Esimerkiksi USA:n pääomamarkkinoilla automatisoidun kaupankäynnin osuus kaupankäynnin kokonaismäärästä arvioidaan olevan noin 50 %, joten sen rooli rahoitusmarkkinoilla on merkittävä (Breckenfelder, 2019.) Tämän tutkielman pääpainon, automatisoidun kaupankäynnin markkinatehokkuutta koskevien vaikutusten lisäksi on syytä hieman perehtyä, millaisia muita keskeisiä vaikutuksia automatisoidulla kaupankäynnillä voi olla rahoitusmarkkinoihin sekä millaisia riskejä liittyy järjestelmien suunnitteluun.

3.2.1 Vaikutukset likviditeettiin

Likviditeetin tarkastelu automatisoidun kaupankäynnin tutkimisen yhteydessä on tärkeää, sillä likviditeetti vaikuttaa aivan rahoitusmarkkinoiden ytimessä. Rahoitusmarkkinoiden tehtäviä ovat muun muassa varojen mahdollisimman tehokas allokointi, ja tehokas informaation välittäminen, jotka molemmat toimiakseen vaativat likvidit markkinat (Knüpfer & Puttonen, 2018, s. 52–54). Nykytiedon valossa

automatisoidulla kaupankäynnillä voi olla sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia markkinoiden likviditeettiin (Breckenfelder, 2019). Hendershott ym. (2011) tarkastelivat automatisoidun kaupankäynnin vaikutuksia likviditeettiin New York Stock Exchange -pörssissä vuosina 2001–2006. Kyseisenä ajanjaksona automatisoidun kaupankäynnin määrä sekä likviditeetti kasvoivat. Keskeisenä mittarina likviditeetille Hendershott ym. käyttivät arvopapereiden spreadeja, eli arvopaperin tarjouskirjassa alimman myyntitason ja korkeimman ostotason erotusta: mitä pienempi ero kysynnän ja tarjonnan välillä, sen likvidimpi arvopaperi on.

Nykypäivänä ymmärretään myös mahdollisia automatisoidun kaupankäynnin haitallisia vaikutuksia markkinoiden likviditeettiin. Menkveld ja Zoican (2017) esittävät, että kun markkinoilla on useita automatisoitua kaupankäyntiä spekulatiivisesti hyödyntäviä markkinaosapuolia, vähentää tämä markkinoiden likviditeettiä. Menkveldin ja Zoicanin mukaan spekulatiivisesti toimivat automatisoidut kaupankäyntijärjestelmät käyvät paljon kauppaa erittäin nopeasti, jolloin ne myös käyttävät arvopaperin tarjouskirjasta parhaat osto- ja myyntitasot. Tällöin yksittäisen sijoittajan näkökulmasta spread arvopaperin tarjouskirjassa kasvaa ja likviditeetti huononee.

Budish, Cramton ja Shim (2015) sekä Menkveld ja Zoican (2017) jakavat automatisoidut kaupankäyntijärjestelmät markkinoita takaaviin ja spekulatiivisiin toimijoihin. Keskeistä arvopapereiden likviditeetin kannalta heidän mukaansa onkin, kumpaan ryhmään markkinatoimija kuuluu. Markkinoita takaavat markkinaosapuolet luovat likviditeettiä markkinoille, kun taas spekulatiiviset toimijat syövät markkinoiden likviditeettiä omalla kaupankäynnillään.

Osa automatisoitua kaupankäyntiä harjoittavista markkinatoimijoista toimii markkinatakaajina. Tällöin toimija varmistaa tietyn arvopaperin likviditeetin antamalla sille jatkuvasti myynti- ja ostonoteerauksia. Lisääntynyt likviditeetti yhdistettynä mahdollisuuteen tehdä tuhansia kauppia sekunnin murto-osassa pienentää kaupankäynnin yhteydessä syntyviä kustannuksia, ja näin sijoittaja pääsee käsiksi arvopaperiin helposti sekä nopeasti. (Yadav, 2015; Hendershott, Jones & Menkveld, 2011.)

3.2.2 Kaupankäyntijärjestelmien haasteet

Vaikka automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien avulla saavutetaan suuri etu tiedon keräämisessä ja prosessoinnissa yksittäiseen ihmiseen verrattuna, piilevät ihmisen suunnittelemissa järjestelmissä aina omat riskinsä sekä haasteensa. Yksi suurimmista ja ilmeisimmistä riskeistä on malliriski, josta puhuttaessa tarkoitetaan niitä kaikkia riskejä, jotka syntyvät taloutta ennustavan mallin seurauksena: se ei kykene ottamaan huomioon kaikkia tekijöitä markkinoilla toimiakseen täydellisesti. Etukäteen ohjelmoitu algoritmi toimii siihen asetettujen parametrien mukaan eikä välttämättä mukaudu talouden ja yhteiskunnan käännteisiin, kuten sen pitäisi. Ihminen sijoittajana toimii usein epärationaalisesti ja tunteiden vallassa, kun taas algoritmi luottaa täysin siihen, miten se on luotu. Tämä saattaa johtaa siihen, että algoritmi tekee yksinkertaistettuja sekä vääriä tulkintoja markkinoilta, vaikka usein epärationaalisen toiminnan välttäminen markkinoilla olisikin tuloksekkaampaa. (Yadav, 2015; Kato, Yoshida, 2000.)

Itse kaupankäyntijärjestelmien suunnittelu on erittäin haastavaa, sillä niiden on pystyttävä sopeutumaan uusiin markkinaympäristöihin jatkuvasti muuttuvassa taloudessa. Gold (2019) toteaaakin järjestelmien adaptaation oleva erittäin vaikeaa, sillä esimerkiksi volatiliteetiltaan suuressa markkinatilanteessa toimivat algoritmit eivät välttämättä toimi hyvin pienen volatiliteetin omaavilla markkinoilla. Samoin nousutrendissä toimivat algoritmit voivat toimia kehnosti laskutrendissä olevilla markkinoilla.

Todellisen maailman esimerkki automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien aiheuttamasta riskistä markkinoiden heiluntaan ja näin volatiliteettiin on vuonna 2010 tapahtunut Flash Crash, jolloin yhdysvaltalainen indeksi Dow Jones Industrial Average putosi muutaman minuutin aikana lähes kymmenen prosenttia nousten kuitenkin pian lähes alkuperäiselle tasolleen. Dollareissa mitattuna kymmenen prosentin lasku vastasi noin biljoonaa dollaria. Päivän tapahtumien syistä on käyty laajaakin keskustelua, mutta yksi todennäköinen päivän tapahtumiin vaikuttanut tekijä on automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien aiheuttama myyntipiikki, jonka seurauksena markkinoilla nähtiin tavanomaista paljon suurempaa volatiliteettia. Myyntipiikin uskotaan johtuneen äkkinäisistä ja rajuista muutoksista markkinoilla,

jolloin etukäteen ohjelmoidut algoritmit alkoivat myydä positioitaan. Tämä algoritmien suorittama myynti ei kuitenkaan selitä koko tapahtuman syntyä, ainoastaan sen suuruutta. Flash Crashin tyyppiset tilanteet, jolloin talous on hyvin epädynaamisessa tilassa, saattavat siis aiheuttaa ongelmia automatisoidun kaupankäynnin kannalta niiden tulkitessa markkinasignaaleja väärin. (Borch, 2016; CFTC-SEC 2010; Kirilenko, Albert, Mehrdad & Tugkan, 2017.)

4 TUTKIELMASSA KÄYTETTY AINEISTO

Tutkielman aineisto koostuu kolmesta empiirisestä tutkimuksesta, jotka on kaikki toteutettu eri maiden osakemarkkinoilla. Tutkimukset on valittu niiden relevanssin perusteella, ne ovat ajankohtaisia ja tarkastelevat tutkielman aihetta monipuolisesti ja hyvin. Näiden ominaisuuksien perusteella kolmen tutkimuksen tarkastelu on tässä tutkielmassa riittävää. Aineisto kuvaa osakemarkkinoiden, automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien ja markkinatehokkuuden välistä suhdetta erilaisten mittareiden avulla mitattuna. Jotta markkinakohtaisia eroavaisuuksia saataisiin havainnollistettua tarkastelussa, on käsitelty aineistot hajautettu maantieteellisesti: aineistoa on niin Euroopasta, Aasiasta kuin Australiasta.

Seo ja Chai (2013) käyttävät tarkastellessaan Etelä-Korean osakemarkkinoita aineistoa vuoden 2000 tammikuusta vuoden 2011 huhtikuuhun, jonka aikana automatisoitu kaupankäynti maailmalla kehittyi huomattavasti. Etelä-Korean pörssissä automatisoidun kaupankäynnin osuus kaupankäynnin kokonaisvolyymista vuonna 2010 oli noin 18 % USA:ssa sen ollessa tuolloin yli 60 %. Itse aineiston tarkastelussa osakkeiden sijaan tutkittiin indeksien kehitystä. Kaikki päivittäinen data on kerätty Etelä-Korealaiselta datatarjoajalta, FnGuidelta. Yksi tärkeimmistä tekijöistä Etelä-Korean pörssin valinnalle tarkasteluun ovat sen mahdollisuudet kehittyä markkinatehokkuuden näkökulmasta; jos todisteita automatisoidun kaupankäynnin positiivisista vaikutuksista markkinatehokkuuteen löytyy, on automatisoitumiselle vielä hyvin tilaa markkinalla.

Frino, Prodromou, Wang, Westerholm ja Zheng (2017) käyttävät aineistossaan dataa Australian pörssistä. Australian pörssissä tarkasteluhetkellä vuonna 2009 oli listattua 2183 yritystä markkina-arvon kohotessa yli 1,4 triljoonaan Australian dollariin. Alkuperäinen aineisto koostui 403 tulosjulkistuksesta 265 yritykseltä, mutta yritykset, joiden kaupankäyntivolyymi alitti 20 kauppaa päivässä, jätettiin lopulta pois aineistosta. Lopullinen aineisto koostuu 166 tulosjulkistuksesta 101 yritykseltä vuosien 2008 ja 2009 väliltä. Tarkasteltu aineisto sisältää itse arvopapereiden kaupankäyntitietojen lisäksi tiedon siitä, onko kyseinen kauppa tehty hyödyntäen automatisoitua kaupankäyntijärjestelmää, vai onko kauppa tehty normaaliin tapaan manuaalisesti. Otettaessa huomioon sekä osakkeiden ostot että myynnit, huomataan

tarkastellussa aineistossa automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien tuottaman volyymin olevan noin kaksi kertaa suurempi, kuin manuaalisten ostojen ja myyntien tuottama volyyymi.

Aitkenin ym. (2018) tarkastelema aineisto vuosilta 2003–2011 on erittäin laaja sisältäen Lontoon pörssin osakkeet sekä Euronextin (Amsterdam, Bryssel, Lissabon ja Pariisi) osakkeet. Aineistossa on huomioitu kaikki tarkasteltavien pörssien osakkeet, joskin ne on jaettu erikseen likvideimpiin osakkeisiin ja kaikkiin osakkeisiin tulosten tarkastelemisen helpottamiseksi. Aineistoa käytettäessä siitä on eliminoitu mahdollisista kauppohen täytäntöönpanoista johtuneet puutteet tarjouskirjojen syvyydessä.

5 VAIKUTUKSET MARKKINOIDEN TEHOKKUUTEEN

Tässä kandidaatintutkielmassa automatisoidun kaupankäynnin vaikutuksia osakemarkkinoiden tehokkuuteen tarkastellaan kolmen, eri markkinoilla tehdyn empiirisen tutkimuksen perusteella. Valitut tutkimukset on toteutettu eri markkinoilla markkinakohtaisten eroavaisuuksien huomioimiseksi. Etelä-Korean pörssissä Seo ja Chai (2013) tarkastelevat markkinatehokkuutta perinteisin menetelmin hyödyntäen likviditeettiä, hinnanmuodostusta ja volatilitteettia. Australian pörssissä Frino ym. (2017) tarkastelevat markkinatehokkuutta informaatiotehokkuuden ja kaupankäyntiteknikoiden kautta käyttämällä hyväkseen yritysten tulostulokistuksia. Lontoon pörssissä ja Euronextissä Aitken ym. (2018) tarkastelevat markkinatehokkuutta liittäen siihen markkinoiden oikeudenmukaisuuden käsitteen.

5.1 Etelä-Korean pörssi

Seo ja Chai (2013) tutkivat automatisoidun kaupankäynnin vaikutuksia Etelä-Korean osakemarkkinoiden tehokkuuteen Etelä-Korean pörssissä, Korea Exchangessa. Etelä-Korean pörssin valinta tarkastelun kohteeksi perustuu ajatukseen sen kehittyneisyydestä sekä siitä, että automatisoitu kaupankäynti on kyseisessä pörssissä yleistä. Vaikutusten mittaamisen mittareina hyödynnettiin informaatiota osakkeiden hinnanmuodostuksesta, epäsymmetristä volatilitteettia sekä muutoksia markkinoiden likviditeetissä. Seo ja Chai ovat rakentaneet pohdintansa kolmen hypoteesin pohjalta, jotka esitellään seuraavaksi.

Ensimmäisen hypoteesin mukaan automatisoitu kaupankäynti vähentää epäsymmetristä volatilitteettia osakkeiden tuotoissa. Epäsymmetrinen volatilitteetti tarkoittaa tilannetta, jossa arvopaperin volatilitteetti, eli tuoton vaihtelu annetulla aikavälillä on suurempaa markkinoiden keskimääräisten tuottojen ollessa matalammat ja pienempää tuottojen ollessa suuremmat. Hypoteesin mukaan epäsymmetrinen volatilitteetti osakkeiden tuotoissa vähenee automatisoidun kaupankäynnin lisääntyessä, koska tällöin osakemarkkinoiden informaatiotehokkuus kasvaa ja näin ollen informaatio heijastuu tehokkaasti osakkeisiin, joka vähentää väärinhinnoittelua ja väärän informaation määrää markkinoilla. Näin osakkeiden tuottojen epäsymmetrinen volatilitteetti pienenee. (Seo & Chai, 2013.)

Toisen hypoteesin mukaan arbitraasiin pyrkivä automatisoitu kaupankäynti edistää tasapainon säilyttämistä futuurien ja arvopapereiden spot-hintojen, eli arvopapereiden tämänhetkisten hintojen välillä. Näin ollen hypoteesi ennustaa futuurien hintojen sekä spot-hintojen välisen eron pienenevän automatisoidun kaupankäynnin seurauksena enemmän, kuin verrattuna tilanteeseen ilman automatisoitua kaupankäyntiä. Hypoteesi perustuu siihen, että arbitraasiin pyrkivä automatisoitu kaupankäynti vaikuttaa arvopapereiden spot-hintoihin tehostuneiden markkinoiden seurauksena. Hypoteesi siis olettaa automatisoidun kaupankäynnin lisäävän markkinatohokkuutta ja tämän seurauksena arvopapereiden tämänhetkiset hinnat vastaavat niiden todellista arvoa mahdollisimman hyvin. (Seo & Chai, 2013.)

Kolmannen hypoteesin mukaan automatisoitu kaupankäynti, joka ei pyri arbitraasiin edistää kaupankäyntiä osakemarkkinoilla. Hypoteesin perustana on ajatus siitä, että automatisoitu kaupankäynti lisää likviditeettiä markkinoilla ja näin edistää myös muiden markkinatoimijoiden kaupankäyntiä osakemarkkinoilla. Lisääntyneen likviditeetin ja kaupankäynnin seurauksena markkinoiden ajatellaan toimivan tehokkaammin. Kolmatta hypoteesia testataan spill-over effect- mallilla, joka kuvaa automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien tekemien kauppojen vaikutuksia yksittäisten markkinatoimijoiden käyttäytymiseen osakemarkkinoilla. (Seo & Chai, 2013.)

Seon ja Chain (2013) käyttämä data on kerätty vuoden 2000 tammikuusta vuoden 2011 huhtikuuhun. Vaikutusten mittaamisessa ei käytetä yksittäisiä osakkeita, vaan ryhmiteltyjä osakeindeksejä. Indeksit on jaettu niiden sisällön mukaan; joko niitä sisältävien yritysten koon mukaan, tai niitä sisältävien yritysten toimialan mukaan. Ensimmäisen hypoteesin ja volatilitietin epäsymmetrian mittaamiseksi käytetään muokattua GJR-mallia (Glosten, Jagannathan & Runkle, 1993), joka käytännössä mittaa jokaisen osakeindeksin tuoton ehdollista varianssia, eli muutosta odotusarvonsa ympärillä, kun otetaan huomioon yksi tai useampia muuttujia. Mallin avulla voidaan kuvata eri tyyppisten uutisten vaikutuksia epäsymmetriseen volatilitettiin markkinoilla ja peilata näitä vaikutuksia automatisoituun kaupankäyntiin. GJR- mallin apuna käytetään EGARCH-mallia (Nelson, 1991), jonka avulla volatilitietin epäsymmetriaa voidaan tilastollisesti testata. ARCH-malleja käytetään yleisesti

aikasarjojen mallinnukseen tilastotieteessä. ARCH-mallista johdetun EGARCH-mallin avulla kyetään kuvaamaan ajassa muuttuvia volatiliteetteja.

GJR-mallin avulla Seo ja Chai (2013) esittävät, että kaikki mallin osakeindeksien tuottojen epäsymmetristä volatiliteettia mittaavat parametrit ovat selkeästi positiivisia. Lisäksi huonojen uutisten vaikutus volatiliteettiin on suurempi, kuin hyvien uutisten, eli huonojen uutisten saapuessa markkinoille osakeindeksien tuottojen vaihtelu on keskimäärin suurempaa, kuin hyvien uutisten saapuessa markkinoille. Myöskin kaikki epäsymmetristä volatiliteettia ilman automatisoitua kaupankäyntiä markkinoilla mittaavat parametrit ovat huomattavasti suurempia, kuin parametrit, jotka mittaavat epäsymmetristä volatiliteettia markkinoilla, joilla esiintyy automatisoitua kaupankäyntiä. Automatisoidun kaupankäynnin vähentämän epäsymmetrisen informaation määrä riippuu Seon ja Chaiin mukaan toimialasta ja indeksin sisältävien yritysten markkina-arvoista. Erityisen suuri vaikutus epäsymmetrisen informaation vähenemiseen automatisoidun kaupankäynnin seurauksena ilmeni suuren markkina-arvon indekseissä sekä rahoitussektorilla. EGARCH-mallin käyttö vahvistaa GJR-mallin tulokset automatisoidun kaupankäynnin vaikutuksista epäsymmetrisen informaation määrään markkinoilla. Tulokset tukevat hypoteesia yksi: automatisoidun kaupankäynnin seurauksena epäsymmetrinen volatiliteetti vähenee markkinoilla, jolloin volatiliteetti ei kasva huonosti tuottavilla markkinoilla niin suureksi, kuin se kasvaisi ilman automatisoitua kaupankäyntiä. Tällöin arvopapereiden tuotoista riippumatta informaatio välittyy tehokkaasti markkinoille, eivätkä tehokkuuserot paremmin ja huonommin toimivilla markkinoilla ole niin suuria.

Toisen hypoteesin mittaamiseksi Seo ja Chai (2013) esittävät käytettäväksi kausaaliteettia sekä yhteisintegroituvuutta hyödyntäviä matemaattisia malleja. Erityisesti Johansenin (1988, 1991, 1992) ja Grangerin (1986) esille tuomien mallien avulla saadaan mitattua, parantaako arbitraasiin pyrkivä automatisoitu kaupankäynti tasapainoa arvopapereiden spot -ja futuuri hintojen välillä. Toisen hypoteesin tarkastelussa lähdetään liikkeelle käyttäen Laajennettua Dickey-Fullerin testiä, eli yksikköjuuritestia, jonka avulla tarkastellaan aikasarjan stationaarisuutta. Tässä tapauksessa yksikköjuuritestin avulla saadaan selville ovatko tarkasteltavan aikasarjan arvopapereiden spot-hinnat, futuurihinnat sekä automatisoidun kaupankäynnin volyyymi stationaarisia, vai epästationaarisia. Tuloksen myötä päästään käsiksi

Johansenin malliin, joka on perustana ajatukselle hypoteesin muuttujien välisestä tasapainosta. Lopuksi tarkastellaan Grangerin mallia, jonka avulla nähdään mahdollinen arbitraasihakuisen automatisoidun kaupankäynnin vaikutus arvopapereiden futuuri -ja spot hintojen väliseen eroon.

Seo ja Chai (2013) toteavat yksikköjuuritestin osoittavan, että aikasarjan arvopapereiden spot-hinnat, futuurihinnat sekä automatisoidun kaupankäynnin volyymi Korean osakeindeksissä KOSPI:ssa ovat epästationaarisia, eli käytännössä muuttuvat satunnaisesti, eivätkä ole vakioita. Yhteisintegroituvuutta mittaavan testin osalta tulokset eivät Seon ja Chai mukaan ole täydellisesti linjassa hypoteesin kanssa, mutta kuitenkin pitkällä aikavälillä automatisoidun kaupankäynnin volyymin, futuurihintojen ja spot-hintojen välinen suhde on vakaa. Lyhyellä aikavälillä muuttujien välisen tasapainon oletetaan olevan epävakaa, kuin pitkällä aikavälillä. Arbitraasihakuisen automatisoidun kaupankäynnin vaikutuksista arvopapereiden futuuri -ja spot hintojen eroon Seo ja Chai esittävät, että suora vaikutus hintojen eroon on olemassa ja se riippuu kaupankäynnin volyyymistä. Arbitraasihakuista kaupankäyntiä harjoitettaessa pyritään löytämään epätehokkuuksia markkinoilta, jolloin arvopaperin hinnan muodostuminen on tehokkaampaa ja lähempänä sen todellista arvoa. Mitä enemmän automatisoitua kaupankäyntiä markkinoilla harjoitetaan, sen pienemmäksi arvopapereiden futuuri -ja spot hintojen ero muodostuu, joka omalta osaltaan vähentää markkinoiden epävarmuustekijöitä sijoittajien näkökulmasta. Tutkittu aineisto tukee siten hypoteesia 2.

Kolmannen hypoteesin ja spill-over efektin testaamiseksi Seo ja Chai (2013) käyttävät apunaan Bollerslevin (1986) kehittämää GARCH -mallia. Spill-over efektin tarkoitus on mitata, vaikuttaako arbitraasittomuuteen tähtäävän automatisoidun kaupankäynnin volyymin kasvattaminen myös muiden yksittäisten sijoittajien kaupankäyntivolyyymia, eli käydyn arvopaperikaupan määrää markkinoilla tehostaen näin markkinoiden toimintaa. Hypoteesin tulosten mittaamiseksi Seo ja Chai jakavat sijoittajat kolmeen ryhmään. Sijoittajat jaetaan ulkomaalaisiin sijoittajiin, kotimaisiin yksityisiin sijoittajiin sekä institutionaalsiin sijoittajiin ja kunkin ryhmän reagointia arbitraasittoman automatisoidun kaupankäynnin volyymin kasvattamiseen mitataan. Ryhmästä riippumatta tulokset ovat hyvin yhteneviä: sijoittajien ostojen ja myyntien määrä markkinoilla kasvaa selkeästi automatisoidun kaupankäyntivolyymin

lisääntyessä ja tuodessa näin likviditeettiä markkinoille. Suurin vaikutus automatisoidun kaupankäynnin volyymin kasvulla on ulkomaalaisten sijoittajien kaupankäyntivolyyymiin ja pienin yksittäisten kotimaisten sijoittajien kaupankäyntivolyyymiin. Huomattavaa on myös se, että ostojen määrän kasvulla on suurempi vaikutus volyymin kasvuun, kuin myyntien kasvulla. Automatisoidun kaupankäynnin lisäämän likviditeetin seurauksena markkinoilla sijoittajien ostot siis lisääntyvät enemmän, kuin myynnit. Arbitraasittoman automatisoidun kaupankäynnin vaikutukset yksittäisten markkinatoimijoiden toimintaan markkinoilla ovat tulosten mukaan positiivisia volyymin kasvun näkökulmasta jokaisessa tarkastellussa sijoittajaryhmässä, joka tukee hypoteesia 3.

Yhteenvetona automatisoidun kaupankäynnin vaikutuksista osakemarkkinoiden tehokkuuteen Etelä-Korean pörssissä voidaan todeta löytyvän yhtymäkohtia ja tarttumapintaa tutkimuskysymykseen vastaamiseen. Tuloksia Seo ja Chai (2013) peilaavat muodostamiinsa hypoteeseihin markkinoiden toiminnasta ja tehokkuudesta. Hypoteesin 1 osalta tulokset osoittavat arvopapereiden tuottojen epäsymmetrisen volatiiteetin vähentyvän automatisoidun kaupankäynnin seurauksena, jolloin saatavilla oleva informaatio heijastuu tehokkaammin arvopapereiden hintaan. Tällöin hintojen vääristyminen vähenee ja markkinat toimivat tehokkaammin. Hypoteesin 2 osalta tulokset osoittavat arbitraasihakuisen automatisoidun kaupankäynnin parantavan tasapainoa arvopapereiden futuurihintojen ja spot-hintojen välillä sekä osaltaan pienentävän hintojen välistä eroa informaation siirtyessä tehokkaammin arvopapereiden hintoihin. Hypoteesin 3 osalta tulokset osoittavat arbitraasittoman automatisoidun kaupankäynnin tarjoavan markkinoille lisää likviditeettiä, jonka johdosta volyymi markkinoilla lisääntyy yksittäisten markkinatoimijoiden ostaessa ja myydessä arvopapereita aiempaa enemmän.

Lopputulemana Seo ja Chai (2013) toteavat, että nykypäivän teknisten ratkaisujen ansiosta pörssi voi luoda markkinoille kaupankäyntiä käyttämällä hyväksi automatisoituja kaupankäyntijärjestelmiä. Heidän näkemyksensä pohjalta syntyy myös ajatus viranomaisten mahdollisuudesta vaikuttaa arvopaperimarkkinoiden tehokkuuteen lisäämällä automatisoidun kaupankäynnin määrää. Seon ja Chain tulokset ovat melko yksimielisiä automatisoidun kaupankäynnin markkinatehokkuutta parantavista tekijöistä. Tuloksissa ei juuri ilmene kritiikkiä käytettyjen mittareiden

mahdollisista negatiivisista vaikutuksista markkinatehokkuuteen, joka omalta osaltaan vahvistavat mittareiden luotettavuutta markkinatehokkuuden muutosta mitattaessa ottaen huomioon tulosten yhtenevyys esimerkiksi Hendershottin ym. (2011) tulosten kanssa.

5.2 Australian arvopaperipörssi

Frino ym. (2017) tarkastelevat yritysten tulosjulkistusten vaikutuksia kaupankäynnin määrään sekä arvopapereiden hintojen muutoksen nopeuteen Australian arvopaperipörssissä ASX:ssä, joka kuuluu maailman kymmenen suurimman pörssin joukkoon markkina-arvossa mitattuna. Vaikutuksia analysoidaan tutkimalla sekä automatisoitua arvopaperikauppaa, että ei-automatisoitua arvopaperikauppaa hieman ennen ja jälkeen tulosjulkistuksia ja vertailemalla näiden kykyä reagoida uuteen informaatioon sekä toteuttaa voitollisia kaupankäyntitekniikoita. Frinon ym. käyttämä data on kerätty lokakuun 2008 ja lokakuun 2009 väliseltä ajalta sisältäen yhteensä 166 tulosjulkistusta yli sadalta yritykseltä. Datan tarkastelemiseksi kaikki käytetyt tulosjulkistukset on julkaistu kello 11:10 ja kello 15:00 välillä Australian pörssin ollessa avoinna kello 10:00 ja kello 16:00 välillä. Näillä tunnin aikaikkunoilla mahdollistetaan kaupankäynnin tarkastelu tulosjulkistusten ympärillä tulosten mittaamiseksi.

Frino ym. (2017) ovat jakaneet tulosjulkistusten tarkastelun kolmeen osaan, jotka luovat perustan tulosten tulkinnalle. Ensimmäisessä osassa tutkitaan arvopapereiden hintojen muutoksen nopeutta tulosjulkistuksen tuomiin hyviin, tai huonoihin uutisiin automatisoidun -ja ei-automatisoidun kaupankäynnin välillä kymmenen minuutin aikaikkunassa. Toisessa osassa tutkitaan toimeksiantojen virran avulla sijoittajien kaupankäyntitekniikoita -ja malleja sekä niistä saatuja voittoja ennen -ja jälkeen tulosjulkistuksen. Näiden tarkoituksena on selvittää, pystyvätkö automatisoidut kaupankäyntijärjestelmiä hyödyntävät markkinaosapuolet ajoittamaan markkinoita paremmin, kuin muut markkinaosapuolet ja näin pääsemään parempiin tuottoihin. Kolmannessa osassa tutkitaan automatisoidun -ja ei-automatisoidun kaupankäynnin volyymiepätasapainon sekä tuottojen ajallista riippuvuutta vektoriautoregressiivistä mallia hyödyntäen.

Tarkastelun ensimmäistä osaa ja hinnan reagointinopeutta uutisiin mitattaessa Frino ym. (2017) käyttävät hyväkseen arvopaperin kumulatiivista keskimääräistä tuottoa sekä arvopaperin kumulatiivista oikaistua keskimääräistä tuottoa kymmenen minuutin aikaikkunassa tulosjulkistuksen ympärillä. Positiivinen kumulatiivinen oikaistu keskimääräinen tuotto merkitsee tutkitun arvopaperikaupan suoriutuneen paremmin suhteessa indeksiin. Negatiivinen kumulatiivinen oikaistu keskimääräinen tuotto taas merkitsee tutkitun arvopaperikaupan suoriutuneen indeksiä heikommin. Arvopapereiden kumulatiivista keskimääräistä tuottoa mitataan erikseen hyvien ja huonojen uutisten tapauksissa, jotta vältetään uutisten epäsymmetrisiltä vaikutuksilta arvopapereiden hintoihin.

Arvopapereiden kumulatiivisten keskimääräisten tuottojen osalta Frino ym. (2017) mukaan automatisoitu ja ei-automatisoitu kaupankäynti tuottavat lähes saman tuloksen sekä ennen tulosjulkistusta, että tulosjulkistuksen jälkeen eivätkä käytännössä eroa toisistaan. Arvopapereiden kumulatiivisten keskimääräisten tuottojen osalta kuitenkin on huomattava, että ne ovat huipussaan 150-300 sekuntia hyviä uutisia tuottaneen tulosjulkistuksen jälkeen automatisoidun kaupankäynnin tapauksessa. Huonoja uutisia tuottaneen tulosjulkistuksen jälkeen vastaavat tuotot ovat huipussaan jo 100 sekunnin kohdalla uutisten jälkeen. Arvopapereiden hinnat reagoivat siis nopeammin huonoihin uutisiin, kuin hyviin uutisiin tulosjulkistusten yhteydessä, kun kauppaa käydään automatisoiduilla kaupankäyntijärjestelmillä. Ilman automatisoituja kaupankäyntijärjestelmiä eroja hintojen reagointinopeuteen hyvien ja huonojen uutisten välillä ei juuri huomata. Arvopapereiden kumulatiiviset keskimääräiset oikaistut tulokset viittaavat samoihin tuloksiin, kuin ilman oikaisua. Frino ym. tuloksin mukaan arvopapereiden hinnat reagoivat siis nopeammin uutisiin markkinoilla, joissa on mukana automatisoituja kaupankäyntijärjestelmiä hyödyntäviä markkinatoimijoita verrattuna markkinoihin, joissa vastaavia järjestelmiä hyödyntäviä toimijoita ei ole. Tämän esitetään johtuvan pitkälti tietokoneisiin perustuvien järjestelmien ylivoimaisesta nopeudesta suodattaa ja prosessoida informaatiota verrattuna yksittäisen ihmisen vastaaviin kykyihin.

Markkinoiden ajoittamisen ja ylituottojen havittelun mittaamiseksi Frino ym. (2017) tarkastelevat toimeksiantojen virtoja sekä kaupankäynnistä syntynyttä voittoa. Toimeksiantojen virta lasketaan vähentämällä markkinalla olevista ja tarkastelluista

ostotoimeksiannoista myyntitoimeksiannot. Positiivinen virta tarkoittaa sitä, että yli puolet tarkasteltavista toimeksiannoista on ostotoimeksiantoja. Negatiivinen virta tarkoittaa vastaavasti tilannetta, jossa tarkastelun kohteena olevista toimeksiannoista yli puolet on myyntitoimeksiantoja. Kaupankäynnin voittoja mitataan sekä ennen, että jälkeen tulosjulkistuksien, jotta vältetään mahdolliselta automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien aiheuttamalta arvopapereiden hintojen muutokselta. Kuten Erenburg, Kurov ja Lasser (2006) asian toteavat, tällöin erilaisia indikaattoreita toimeksiantojen tekemiseen käyttävät algoritmit saattavat toteuttaa kauppvoja niin suurella volyymilla, että arvopapereiden hintojen muutosodotuksien sijaan itse kaupankäynti vaikuttaa arvopapereiden hintoihin.

Toimeksiantojen virtoja tarkastellessa tulosten näkökulmasta Frino ym. (2017) huomaavat eron automatisoidun -ja ei-automatisoidun kaupankäynnin välillä. On huomattavissa, että automatisoituja kaupankäyntijärjestelmiä hyödyntävät markkinatoimijat ovat netto-ostajia heti tulosjulkistusten tuomien hyvien uutisten jälkeen. Tällöin näiden markkinatoimijoiden toimeksiantojen virta on positiivinen. Vastaavasti tulosjulkistusten tuomien huonojen uutisten jälkeen automatisoituja kaupankäyntijärjestelmiä hyödyntävät markkinatoimijat ovat nettomyyjiä, jolloin toimeksiantojen virta on negatiivinen. Huonoihin uutisiin automatisoidut kaupankäyntijärjestelmät reagoivat nopeammin, kuin hyviin uutisiin negatiivisten toimeksiantojen virran ollen huipussaan alle 20 sekuntia huonoja uutisia seuranneen tulosjulkistuksen jälkeen. Vastaava positiivisten toimeksiantojen virran huippu esiintyy 30 ja 60 sekunnin välillä hyviä uutisia seuranneen tulosjulkistuksen jälkeen. Ei-automatisoidun kaupankäynnin tapauksessa tilastollisesti merkitseviä vaikutuksia toimeksiantojen virtoihin ei esiinny tulosjulkistusta seuranneiden uutisten seurauksena.

Kaupankäyntivolyyymeissa on Frinon ym. (2017) mukaan havaittavissa samanlaisia piirteitä, kuin toimeksiantojen virroissa. Automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien tekemistä kaupoista syntyvä kaupankäyntivolyyymi ylittää selkeästi ilman automatisoituja kaupankäyntijärjestelmiä toimivien markkinatoimijoiden kaupankäyntivolyymit tulosjulkistuksien jälkeisellä ajanjaksolla. Kaupankäyntivolyymit reagoivat enemmän tulosjulkistuksista seuranneisiin hyviin,

kuin huonoihin uutisiin. Hyviä uutisia seuraava ostojen määrä on lähes kaksi kertaa niin paljon, kuin huonoja uutisia seuraava myyntien määrä.

Kaupankäynnistä syntyneiden voittojen määrä tulosjulkistusten ympärillä on keskimäärin suurempi automatisoituja kaupankäyntijärjestelmiä hyödyntävillä markkinatoimijoilla, kuin niitä hyödyntämättömillä markkinatoimijoilla Frinon ym. (2017) mukaan. Voittojen määrää mitataan keskimääräisenä voittona per syntynyt kauppa. Kaikilla markkinatoimijoilla keskimääräinen kauppa ennen tulosjulkistusta on tappiollinen, mutta automatisoituja kaupankäyntijärjestelmiä hyödyntävät markkinatoimijat kääntyvät keskimäärin voitollisiksi tulosjulkistusten jälkeen muiden markkinatoimijoiden jääden edelleen tappiollisiksi. Johtopäätöksenä Frino ym. toteavat automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien prosessoivan ja käyttävän uutta markkinainformaatiota muita markkinatoimijoita nopeammin johtaen informaatiotehokkuuden paranemiseen markkinoilla.

Automatisoidun ja ei-automatisoidun kaupankäynnin volyymiepätasapainoa sekä tuottojen ajallista riippuvuutta Frino ym. (2017) tarkastelevat aikasarja-analyysin avulla käyttämällä vektori-autoregressiivistä mallia, eli VAR-mallia. VAR-mallissa volyymiepätasapaino automatisoidun -ja ei-automatisoidun kaupankäynnin tapauksessa sekä kauppajen tuotot on kirjoitettu yhtälöiksi, jotka selittävät toinen toisiaan tunnin aikaikkunassa tulosjulkistusten ympärillä. Volyymiepätasapainoa mitataan vähentämällä ostovolyymin myyntivolyymin tietyllä ajanjaksolla.

Frinon ym. (2017) mukaan automatisoituja kaupankäyntijärjestelmiä hyödyntämättömillä markkinatoimijoilla esiintyy niitä hyödyntäviä markkinatoimijoita enemmän volyymiepätasapainoa tulosjulkistuksia edeltävällä ajanjaksolla. Tulosjulkistuksen jälkeisellä ajanjaksolla volyymiepätasapainoa esiintyy enemmän automatisoituja kaupankäyntijärjestelmiä hyödyntävillä markkinatoimijoilla, joka viittaa lisääntyneeseen kaupankäynnin määrään. Edellä mainitut seikat peilaavat myös sitä, että ennen tulosjulkistuksia mahdollisista ylituotoista eivät pääse hyötymään markkinatoimijat, jotka hyödyntävät automatisoituja kaupankäyntijärjestelmiä, mutta tulosjulkistusten jälkeen niiden avulla uusi informaatio heijastuu nopeasti arvopapereiden hintoihin.

Tulosten vahvistamiseksi Frino ym. (2017) laskevat informaatio-osuus suhdeluvut automatisoidun ja ei-automatisoidun kaupankäynnin tapauksessa 30 minuuttia ennen tulosjulkistusta ja 30 minuuttia tulosjulkistuksen jälkeen. Informaatio-osuuksien tarkoituksena on havainnollistaa eri kaupankäyntimetodologioiden mahdollisia hyötyjä tuottojen ennustamisessa tulosjulkistusten ympärillä (Hasbrouck, 2002). Frinon ym. johtopäätös on se, että automatisoituja kaupankäyntijärjestelmiä hyödyntävät markkinatoimijat ennustavat tuottoja selvästi niitä hyödyntämättömiä markkinatoimijoita enemmän tulosjulkistusten jälkeisellä ajanjaksolla. Tulosjulkistuksia edeltävällä ajanjaksolla tilanne on päinvastainen ja linjassa aiemmin esitetyn tuloksen kanssa siitä, että tällöin automatisoidut kaupankäyntijärjestelmät seuraavat ei-automatisoituja markkinatoimijoita markkinoilla.

Yhteenvedona Frino ym. (2017) toteavat tietokoneiden avulla toimivien automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien hyötyvän tilanteissa, joissa informaatiota julkaistaan markkinoille, kuten tulosjulkistusten yhteydessä. Automatisoidut kaupankäyntijärjestelmät pääsevät näin yksittäistä sijoittajaa parempiin tuottoihin kyetessään ajoittamaan markkinoita paremmin nopean informaation prosessoinnin ansiosta. Informaatiota ei kuitenkaan juuri havaita vuotavan julkisuuteen siten, että tietokoneohjelmat hyötyisivät siitä jatkuvasti. Suurin hyöty saadaankin uuden, aiemmin julkaisemattoman informaation saapuessa markkinoille. Frino ym. esittävätkin automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien parantavan markkinatehokkuutta tulostensa valossa. Heidän mukaansa tulisi laajemmin käsittää se, että vaikka tietokoneiden avulla saavutetaan mahdollisesti suuria voittoja ja ylituottoja, on se kompensatiota siitä, että markkinoista tulee tehokkaammat. Näin markkinoiden tehostuminen kompensoi myös automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien aiheuttamia negatiivisia markkinavaikutuksia, kuten esimerkiksi yhtäkkistä likviditeetin katoamista.

5.3 Lontoon pörssi ja Euronext

Aitken ym. (2018) tarkastelevat automatisoidun kaupankäynnin vaikutuksia markkinoiden laatuun, markkinatehokkuuteen ja markkinoiden oikeudenmukaisuuteen Lontoon pörssissä sekä useita pörssejä operoivassa Euronextissä. Tarkasteluajanjakso ulottuu vuodesta 2003 vuoteen 2011, jolloin

automatisoidun kaupankäynnin määrä markkinoilla kasvoi voimakkaasti. Vaikutuksia peilataan myös vuonna 2007 voimaan astuneen MiFID1 -direktiivin aiheuttamaan lisääntyneeseen sääntelyyn, spreadien kapenemiseen sekä tietovuotoihin.

Aitken ym. (2018) ottavat markkinoiden tarkastelemisen yhteydessä mukaan myös markkinoiden oikeudenmukaisuuden näkökulman, joka yhdessä markkinatehokkuuden kanssa on tärkeä, mutta usein unohdettu tekijä laadukkaita ja hyvin toimivia markkinoita määriteltäessä. Viitekehyksenä oikeudenmukaisuuden tutkimiseen käytetään Aitkenin ja Harrisin (2011) luomaa markkinoiden laadun viitekehystä. Markkinoiden laadun viitekehys muodostuu viidestä peruselementistä, joiden ympärille markkinat rakentuvat: teknologia, sääntely, informaatio, osalliset ja mittarit. Nämä peruselementit on liitetty markkinatehokkuutta ja markkinoiden oikeudenmukaisuutta mittaaviin tekijöihin. Aitken ym. (2018) käyttävät hyväksi Aitken-Harris viitekehystä markkinoiden manipulaation, sisäpiirikauppojen sekä kaupankäynnin kustannustehokkuuden tutkimiseen ja liittää niiden vaikutukset kasvaneeseen automatisoidun kaupankäynnin määrään. Ensimmäisen Aitkenin ym. (2018) hypoteesin mukaan automatisoitu kaupankäynti vähentää informaatiovuotoja, jonka johdosta sisäpiirikaupankäynti vähenee ja markkinoista tulee oikeudenmukaisemmat ja tehokkaammat. Toisen hypoteesin mukaan kasvanut automatisoidun kaupankäynnin määrä vähentää markkinoiden manipulaatiota ja päivän päätöshintojen vääristymistä lisäten markkinoiden oikeudenmukaisuutta ja tehokkuutta. Kolmannen hypoteesin mukaan lisääntynyt automatisoitu kaupankäynti pienentää kaupankäyntikustannuksia ja näin parantaa markkinatehokkuutta. Markkinoiden manipulaatiota mitataan päivän päätöshintojen avulla, sisäpiirikauppoja hintojen muutoksille herkkien tiedotteiden aiheuttamien informaatiovuotojen avulla ja kaupankäynnin kustannustehokkuutta kysyntä–tarjonta -spreadien avulla.

Ensimmäisen hypoteesin informaatiovuotoja Aitken ym. (2018) mittaavat kehittämällään muuttujalla, joka mittaa hintojen muutoksille arkaluontoisen tiedon leviämistä ennen julkisia tiedotteita. Tämä informaatiovuoto -muuttuja korreloi automatisoidun kaupankäynnin kanssa, koska algoritmiset kaupankäyntijärjestelmät seuraavat ihmisten toimia markkinoilla. Lisäksi automatisoidut kaupankäyntijärjestelmät kykenevät reagoimaan julkistettuun uuteen informaatioon lähes viiveettä. Vaikka sisäpiirikauppojen todellista määrää on erittäin hankala mitata,

tarjoaa informaatiovuoto -muuttuja työkalun havaita niitä ja näin mahdollisuuden aloittaa tarvittavia toimia sisäpiirikauppoja harjoittavia markkinatoimijoita kohtaan. (Aitken, Aspris, Foley & Harris, 2018.)

Informaatiovuotoja mitataan tarkastelemalla osakkeiden epänormaaleja tuottoja tapahtumavapaassa aikaikkunassa. Tapahtumavapaalla aikaikkunalla viitataan kuuteen päivään ennen yrityksen julkista osakekurssiin mahdollisesti vaikuttavaa tiedotusta. Näinä päivinä kurssiin vaikuttavia julkista informaatiota sisältäviä tiedotteita ei siis tule. Informaatiovuoto -muuttuja määritelläänkin suhteeksi informaatiovuotoja sisältävien tapahtumien ja tapahtumavapaan aikaikkunan välillä. Lisäksi tarkastelun kohteena olevat yritykset on rajattu yrityksiin, joiden katsotaan antavan hinnoille herkkiä tiedotteita. Tätä mitataan yrityksen osakkeiden tuottojen keskihajonnalla, jonka täytyy olla tarkasteluajanjaksolla tiedotteen ympärillä tarpeeksi suuri suhteessa osakkeiden normaaliin tuottojen keskihajontaan ennen tiedotteen julkaisua. (Aitken, Aspris, Foley & Harris, 2018.)

Toisen hypoteesin ja markkinoiden manipulaation mittaamiseksi tarkastellaan epänormaaleja päivän päätöshintoja. Päivän päätöshintoja tutkiessa on kuitenkin otettava huomioon, että läheskään aina epänormaaleille tasoille päivän päätteeksi päätyvät osakkeiden hinnat eivät indikoi manipulaatiota. Esimerkiksi jotkut markkinatoimijat eivät halua pitää osakkeitaan yön yli ja näin myyntipiikki saattaa aiheuttaa osakkeen hinnan muutoksen juuri ennen markkinoiden sulkeutumista. Aitken ym. käyttää todellisen manipulaation mittarina marking the close (MTC)-arvoa, joka viittaa manipulointitarkoitukseen pyrkivään kaupankäyntiaktiiviteettiin. MTC:tä epäillään päivän päätöshinnan prosentuaalisen muutoksen ollessa tarpeeksi suuri verrattuna 30 aikaisemman päivän keskiarvoon ja hinnan palautuessa seuraavana kaupankäyntipäivänä vähintään 50 %. Normaalista poikkeavia päivän päätöshintoja verrataan seuraavaksi Reutersin tietokantaan mahdollisten markkinoilla olevien huhujen olemassaolon varalta. Jos huhuja ei havaita olleen markkinoilla, voidaan todeta jollain markkinaosapuolella olleen tarkoitus MTC:hen, eli manipulointitarkoitukseen pyrkivään kaupankäyntiin markkinoilla. (Aitken, Aspris, Foley & Harris, 2018.)

Kolmatta hypoteesia ja kaupankäyntikustannuksia mitataan volyymipainotetulla suhteellisella efektiivisellä spreadilla, joka lasketaan vähentämällä kauppahinnasta kysyntä-tarjonta spreadin keskihinta välittömästi kaupan toteutumisen jälkeen. Aitken ym. (2018) kritisoivat myös markkinatehokkuuden mittaamista ainoana automatisoidun kaupankäynnin vaikutuksena. Markkinatehokkuuden kasvun ei tulisi tapahtua markkinoiden oikeudenmukaisuuden kustannuksella, jonka myötä tarkastelua on laajennettu markkinatehokkuutta laajempaan kontekstiin, johon sisältyy ajatus markkinoiden oikeudenmukaisuudesta osana automatisoidun kaupankäynnin markkinatehokkuutta parantavista vaikutuksista. (Aitken, Aspris, Foley & Harris, 2018.)

Tulosten käsittelemiseksi Aitken ym. (2018) muodostavat kolmen yhtälön yhtälöryhmän, joka ottaa huomioon samanaikaisesti markkinoiden oikeudenmukaisuuden, spreadit ja automatisoidun kaupankäynnin vaikutukset. Koska kaikki kolme tekijää määritellään yhtälöryhmässä samanaikaisesti, on niillä myös vaikutus toisiinsa. Kasvu markkinoiden manipulaatiossa nostaa osakkeiden hintojen volatiliteettia, joka pienentää toimeksiantojen määrää johtaen spreadien kasvuun. Kasvaneet spreadit vastavuoroisesti johtavat manipulaation vähenemiseen markkinoilla kasvaneiden kaupankäyntikustannusten johdosta. Sekä manipulaatio, että kaupankäyntikustannusten nousu vaikuttaa automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien käyttöön, sillä järjestelmien nopeuden ansiosta niiden käyttö saattaa johtaa pienempiin markkinoiden manipulaatiomahdollisuuksiin, suurempaan likviditeettiin sekä pienempiin spreadeihin. (Aitken, Aspris, Foley & Harris, 2018.)

Tulosten tarkastelu jaetaan lisääntyneen automatisoidun kaupankäynnin vaikutuksiin sekä MiFID1-direktiivin vaikutuksiin. Lisäksi tulosten tarkastelu on jaettu likvideihin osakkeisiin ja kaikkiin tarkasteltavien pörssien osakkeisiin. Käytännössä MiFID1-direktiivi mahdollisti automatisoituja kaupankäyntijärjestelmiä hyödyntävien toimijoiden käyttöä kaupankäyntiin perinteisten pörssien sijaan MTF-markkinapaikkoja ja näin kiertää automatisoitua kaupankäyntiä säännösteleviä kansallisia pörssijä. MTF-markkinapaikat (multilateral trading facility) ovat käytännössä pörssien ja pankkien ylläpitämiä vaihtoehtoisia markkinapaikkoja. MiFID1-direktiivin seurauksena toimeksiantojen määrä markkinoilla kasvoi

saavuttaen jopa 200 toimeksiannon huipun per toteutunut kauppa elokuussa 2010. Kun tarkastellaan vaikutuksia tuloksiin ottamalla huomioon vain MiFID1-direktiivi, huomataan MTC:n selkeä kasvu heti direktiivin käyttöönoton jälkeen sekä Lontoon pörssissä että Euronextissä likvideissä osakkeissa sekä Euronextissä kaikkien osakkeiden tapauksessa. Tätä selitetään sillä, että direktiivin seurauksena lisääntyneiden markkinapaikkojen myötä toimeksiantojen virtoja on vaikeampi seurata ja näin havaita mahdollisia väärinkäytöksiä markkinoilla. Informaatiovuotojen osalta direktiivin seurauksena havaittiin selkeää kasvua informaatiovuoto -muuttujassa kaikissa pörseissä osakkeiden kohdalla ja Euronextissä likvideimpien osakkeiden kohdalla. Spreadien tarkastelun osalta huomataan MiFID1-direktiivin käyttöönoton jälkeen kasvu Lontoon pörssissä ja lasku Euronextissä. (Aitken, Aspris, Foley & Harris, 2018.)

Tarkastellessa tuloksia yhtälöryhmän avulla ja ottaen automatisoidun kaupankäynnin kasvun vaikutukset huomioon, likvideimpien osakkeiden osalta huomattavaa on informaatiovuotojen selkeä lasku sekä Lontoon pörssissä että Euronextissä tarkasteluajanjaksolla. Informaatiovuotojen laskua selitetään sillä, että automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien yleistyessä ne huomaisivat helposti epänormaalin, ei-julkisen tiedon vuotamisen markkinoille, jolloin hintareaktio saattaisi olla suuri ja kiinnijäämisen riski sisäpiirikaupoista kasvaa. MTC:n ei havaittu muuttuvan merkittävästi kummassakaan pörssissä likvideimpiä osakkeita tarkastellessa. Spreadien osalta likvideimpien osakkeiden tapauksessa havaittiin selkeää pienentymistä tarkasteluajanjaksolla kummassakin pörssissä. Spreadien kapenemista selitetään automatisoidun kaupankäynnin kasvun aiheuttamalla suoralla vaikutuksella sekä automatisoidun kaupankäynnin aiheuttamien informaatiovuotojen laskun epäsuoralla vaikutuksella. (Aitken, Aspris, Foley & Harris, 2018.)

Kaikkien osakkeiden osalta tuloksia tarkastellessa automatisoidun kaupankäynnin aiheuttamaa informaatiovuotojen laskua ei juuri havaita Lontoon pörssissä, kuten likvideimpien osakkeiden tapauksessa. Euronextissä informaatiovuodot pienenevät merkittävästi otettaessa huomioon kaikki pörssin osakkeet. MTC:tä tarkasteltaessa kaikkien osakkeiden tapauksessa havaitaan selkeä lasku Euronextissä. Lontoon pörssissä vaikutusta ei juuri huomata. Spreadit pienenevät Lontoon pörssissä tarkasteltaessa kaikkia pörssin osakkeita, lukuun ottamatta nousupiikkiä MiFID1-

direktiivin käyttöönoton jälkeen. Euronextissä spreadien havaittiin kasvaneen kaikkia osakkeita tarkasteltaessa. Spreadien muutosten eroavaisuus pörssien välillä selitetään pörssikohtaisilla eroavaisuuksilla sekä eriävillä tuloksilla informaatiovuotojen ja markkinoiden manipulaation suhteen. (Aitken, Aspris, Foley & Harris, 2018.)

Tarkasteltaessa tuloksia kokonaisuutena, Aitken ym. (2018) havaitsivat selvän muutoksen kaikkien tarkasteltavien pörssien oikeudenmukaisuudessa sekä tehokkuudessa eritoten MiFID1-direktiivin käyttöönoton jälkeen. Ensimmäisen hypoteesin osalta tulokset osoittavat automatisoidun kaupankäynnin lisääntymisen vähentävän informaatiovuotoja ja näin parantavan markkinoiden oikeudenmukaisuutta ja tehokkuutta tukien hypoteesia. Informaatiovuotojen vähentyminen havaittiin parhaiten likvideimmissä osakkeissa. Aiemmin mainittujen informaatiovuotojen laskun syiden valossa esitetäänkin automatisoidun kaupankäynnin lisäämisen vaikuttavan positiivisesti markkinoiden seurantaan ja sisäpiirikauppojen havaitsemiseen. Manipulaation osalta todetaan automatisoidun kaupankäynnin vähentävän MTC:tä, osakkeiden päätöskurssien manipulointia ja näin parantavan markkinoiden oikeudenmukaisuutta ja tehokkuutta tukien toista hypoteesia. Automatisoidut kaupankäyntijärjestelmät tarjoavat lisää likviditeettiä markkinoille, joka kasvattaa manipuloinnin kustannuksia manipuloinnin hintavaikutusten pienentyessä. Lisäksi automatisoidut järjestelmät kykenevät huomaamaan ja korjaamaan väärin hinnoitellun tai manipuloidun osakekurssin itse manipuloijaa nopeammin, joka vähentää intressejä manipulaatioon. Lisääntyneen automatisoidun kaupankäynnin seurauksena spreadit kapenivat likvideimpien osakkeiden osalta kummassakin pörssissä ja kaikkien osakkeiden osalta Lontoon pörssissä johtaen markkinatehokkuuden kasvuun. Tämä tukee kolmatta hypoteesia ja pienentyneistä kaupankäyntikustannuksista. (Aitken, Aspris, Foley & Harris, 2018.)

Tulokset tukevat Aitkenin ym. (2018) teoriaa automatisoidun kaupankäynnin vaikutuksista markkinoihin. Markkinatehokkuuden kasvaessa markkinoiden oikeudenmukaisuus parantuu manipulaation sekä informaatiovuotojen vähentyessä tehden markkinoista entistä laadukkaammat. Markkinatehokkuuden kasvu ei siis tarkoita markkinoiden laadun heikkenemistä. Lopputulemana todetaan Euroopan osakemarkkinoiden kehittyneen niin tehokkuuden, kuin oikeudenmukaisuudenkin osalta tarkasteluajanjaksolla vuosina 2003–2011 automatisoidun kaupankäynnin

lisääntymisen seurauksena huolimatta MiFID1-direktiivin mukana tulleista uusista haasteista (Aitken, Aspris, Foley ja Harris, 2018.) MiFID1-direktiivi osoittautuu erittäin toimivaksi tarttumapinnaksi tulosten käsittelyn kannalta, koska sen vaikutukset ovat osin vastakkaisia automatisoidun kaupankäynnin markkinatehokkuutta mittaaviin vaikutuksiin verrattuna. Tämä vahvistaa ajatusta siitä, että automatisoidun kaupankäynnin vaikutukset markkinatehokkuuteen ovat vahvoja, sillä ne kumoavat MiFID1-direktiivin aiheuttamat päinvastaiset reaktiot markkinoilla.

6 YHTEENVETO

Viime vuosikymmeninä digitalisoituminen on vaikuttanut rahoitusmarkkinoihin vahvasti. Teknisen kehityksen myötä kaupankäynti rahoitusmarkkinoilla on muuttunut, ja automatisoitunut. Automatisoitu kaupankäynti on tuonut markkinaosapuolille mahdollisuuden kerätä informaatiota entistä enemmän ja helpommin sekä käyttää sitä nopeasti. Automatisoitu kaupankäynti vaikuttaa rahoitusmarkkinoiden ytimessä, ja sen lisääntymisellä havaitaan positiivisia vaikutuksia markkinatehokkuuden kasvulle.

Automatisoidun kaupankäynnin vaikutuksia osakemarkkinoiden tehokkuuteen tarkasteltiin kolmen aiemmin tehdyn empiirisen tutkimuksen perusteella, jotka on toteutettu maantieteellisesti eriävissä ympäristöissä sekä eri pörseissä. Lähtökohdat markkinatehokkuuden tarkasteluun ja mittaamiseen olivat hyvin erilaisia, jolloin tuloksista saatiin monipuolinen kuvaus. Markkinatehokkuutta tarkasteltiin Australian, Lontoon, Etelä-Korean sekä Euronextin pörseissä. Markkinatehokkuuden mittaamiseen käytettiin niin perinteistä likviditeettiä, volatilitteettia ja hinnanmuodostusta, kuin myös markkinoiden väärinkäytöksiä, manipulaatiota, kaupankäyntitekniikoita sekä markkinoiden oikeudenmukaisuuden käsitettä.

Monipuolisten mittareiden avulla saatujen tulosten valossa osakemarkkinoiden tehokkuus on kasvanut automatisoidun kaupankäynnin lisääntymisen seurauksena ja sen on vastaisuudessakin mahdollista jatkaa kasvuaan. Automatisoidun kaupankäynnin vaikutuksia markkinatehokkuuteen tarkasteltaessa on kuitenkin muistettava sen mahdolliset kääntöpuolet. Kuten mitkään tietotekniset järjestelmät, eivät myöskään automatisoidut kaupankäyntijärjestelmät ole täydellisiä ja niihin liittyy aina omat riskinsä. Talouden ennustaminen on hyvin hankalaa myös tietoteknisille järjestelmille, joka aiheuttaa epävarmuustekijöitä niiden toiminnassa. Syytä on myös pohtia nopean sekä informaatiota hyvin hyödyntävän automatisoidun kaupankäynnin negatiivisia vaikutuksia yksityisten sijoittajien tuottoihin heidän kyetessä prosessoimaan ja käyttämään informaatiota hitaammin. Onkin relevanttia peilata näitä kääntöpuolia tämän tutkielman puitteissa tarkasteltuihin automatisoidun kaupankäynnin markkinatehokkuutta edistäviin tekijöihin.

Tulokset Etelä-Korean pörssistä ovat lupaavia ja tarkastelussa käytetyt mittarit yleisesti toimiviksi tunnettuja markkinatehokkuutta mitattaessa. Tulokset ovat myös linjassa aiemman tutkimuksen kanssa: markkinatehokkuus kasvoi kaikilla mittareilla mitattuna. Yleistäessä näitä toimivia mittareita, likviditeettiä, volatilitteettia ja hinnanmuodostusta täytyy kuitenkin huomioida markkinakohtaiset tekijät. Etelä-Korean pörssi eroaa New Yorkin pörssistä esimerkiksi automatisoidun kaupankäynnin määrässä. Kuten aiemmin todettiin, Etelä-Korean pörssin automatisoidun kaupankäynnin määrä on suhteellisen alhainen tarkasteluhetkellä verrattuna USA:n vastaaviin määriin, joka voi vaikuttaa markkinatehokkuuden kehittymisen tekijöihin. Esimerkiksi täysin automatisoituja kaupankäyntijärjestelmiä hyödyntämättömään markkinaan niiden lisääntyminen aiheuttaa todennäköisesti enemmän muutoksia, kuin markkinaan, jossa kaupankäynnistä 99 % on automatisoitu.

Australian pörssiä tarkasteltaessa esiin nousevat myös automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien negatiiviset puolet, mutta niistä saatavien hyötyjen esitetään kompensoivan näitä mahdollisia negatiivisia vaikutuksia, kuten likviditeetin katoamista. Keskeistä tuloksissa on kuitenkin niiden vaikutukset sijoitusstrategioihin ja muihin sijoittajiin. Vaikka automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien voidaan todeta olevan ihmisiä nopeampia informaation prosessoijia ja käyttäjiä, ja kykenevän näin saavuttamaan yksityisiä sijoittajia parempia tuottoja, nopeampi markkinoiden ajoitus sekä informaation hyödyntäminen parantaa samalla markkinoiden informaatiotehokkuutta. Näin toisen markkinaosapuolen suuremmat voitot voidaan nähdä markkinatehokkuuden kasvun kompensaationa. Informaatiotehokkuus sinänsä on tärkeä osatekijä markkinatehokkuuden mittaamisessa ja uuden informaation virratessa markkinoille markkinatehokkuuden merkitys korostuu hintojen muuttuessa vastaamaan uutta tietoa. Toisaalta jatkotutkimusta ajatellen relevanttia olisi myös tarkastella syvällisemmin vaihtokauppaa yksityisten sijoittajien voittojen pientymisen ja informaatiotehokkuuden kasvun välillä; luovatko uudet järjestelmät markkinoille epäedullisen asetelman normaalin sijoittajan kannalta, jolloin markkina on erittäin tehokas normaalin yksityisen sijoittajan näkökulmasta, mutta epätehokas automatisoituja kaupankäyntijärjestelmiä käyttävän markkinatoimijan kannalta.

Lontoon ja Euronextin pörssien tarkastelussa markkinatehokkuutta tarkastellaan uudesta, markkinoiden oikeudenmukaisuuden näkökulmasta. On erittäin tärkeää tuoda

markkinoiden oikeudenmukaisuuteen vaikuttavat tekijät mukaan keskusteluun markkinatehokkuudesta ja mitata niitä, koska jo Faman (1970) markkinatehokkuuden kolme astetta tunnistavat markkinoiden oikeudenmukaisuuden käsitteen: vahvasti tehokkaat markkinat huomioivat myös sisäpiiritiedon arvopapereiden hinnoissa. Jatkotutkimuksen kannalta relevanttia olisi tarkastella sitä, vaikuttaako sisäpiiritiedon vähentynyt käyttö kiinnijäämisen pelossa automatisoitujen kaupankäyntijärjestelmien seurauksena suoraan markkinatehokkuuteen, vaikka oikeudenmukaisuus, ja markkinatehokkuus muilla mittareilla mitattuna markkinoilla paranisikin. Ristiriita syntyykin, jos sisäpiiritietoa käytetään entistä vähemmän väärin tarkoituksiin: tällöin se ei myöskään näy samalla tavoin arvopapereiden hinnoissa, joka taas indikoisi markkinatehokkuuden pienentymistä. Sisäpiiritiedon tarkastelu rajoittuukin vain markkinoiden oikeudenmukaisuuden tarkasteluun. Yleistettäessä tuloksia tuleekin ottaa huomioon se, että eri mittareilla mitatut tulokset voivat olla toistensa kanssa ristiriidassa, jolloin niiden kokonaisvaikutus jää epäselväksi.

Tarkastellessa kokonaisuutena tämän tutkielman puitteissa esiteltyjä tutkimuksia ja verraten niitä aikaisempaan tutkimustietoon, voidaan todeta markkinatehokkuuden parantuneen automatisoidun kaupankäynnin lisääntymisen seurauksena laajalti eri markkinoilla. Monipuolisten tulosten aikaansaamiseksi tutkielmassa käytettiin eri maantieteellisiltä alueilta saatuja aineistoja, jolloin eroavaisuudet eri maiden pörseissä havaittaisiin. Lisäksi relevanttien ja tulevassa tutkimuksessa hyödynnettävien tulosten löytämiseksi automatisoidun kaupankäynnin markkinatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä tarkasteltiin sekä arvioitiin monipuolisesti erilaisilla mittareilla. Entistä tarkempien tulosten saamiseksi markkinatehokkuutta tulisi tutkia tarkastelemalla useampia markkinoita ja huomioimalla markkinatehokkuuden konteksti laajemmin, näkökulmina esimerkiksi markkinoiden oikeudenmukaisuus ja yksityisten sijoittajien tuottojen pieneneminen automatisoidun kaupankäynnin seurauksena. Jatkotutkimusta ajatellen olisi myös hyödyllistä saada tarkempaa tietoa algoritmeista, joihin järjestelmien toiminta perustuu. Näin vaikutuksia markkinatehokkuuteen pystyttäisiin tarkastelemaan entistä validimpien mittareiden avulla.

LÄHTEET

- Aitken, M. J., Aspris, A., Foley, S. & deB. Harris, Frederick H. (2018). Market fairness: The poor country cousin of market efficiency. *Journal of Business Ethics*, 147(1), 5–23. doi: 10.1007/s10551-015-2964-y
- Aitken, M. J., & deB. Harris, F. H. (2011). Evidence-based policy making for financial markets: A fairness and efficiency framework for assessing market quality. *Journal of Trading*, 6(3), 22–31. doi: 10.3905/jot.2011.6.3.022
- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307–327. doi: 10.1016/0304-4076(86)90063-1
- Borch, C. (2016). High-frequency trading, algorithmic finance and the flash crash: Reflections on eventalization. *Economy and Society*, 45(3–4), 350–378. doi: 10.1080/03085147.2016.1263034
- Breckenfelder, J. (2019). Competition among high-frequency traders, and market quality. *ECB Working Paper No. 229; ISBN 978-92-899-3552-4*.
- Budish, E., Cramton, P., & Shim, J. (2015). The high-frequency trading arms race: Frequent batch auctions as a market design response, *The Quarterly Journal of Economics*, 130(4), 1547–1621.
- Busch, D. (2016). MiFID II: Regulating high frequency trading, other forms of algorithmic trading and direct electronic market access. *Law and Financial Markets Review*, 10(2), 72–82. doi: 10.1080/17521440.2016.1200333
- Cartea, Á, Jaimungal, S., & Kinzebulatov, D. (2016). Algorithmic trading with learning. *International Journal of Theoretical & Applied Finance*, 19(4), 1.
- CFTC, S., & SEC, U. S. (2010). Findings regarding the market events of May 6, 2010. *Report of the Staffs of the CFTC and SEC to the Joint Advisory Committee on Emerging Regulatory Issues*, 104.
- Cheng, E. (2017). Just 10% of trading is regular stock picking. *JPMorgan Estimates*.
- Cornell, B. (2020). Medallion fund: the ultimate counterexample? *Journal of Portfolio Management*, 46(4), 156–159. doi: 10.3905/jpm.2020.1.128
- Der Hovanesian, M. (2005). Cracking the street's new math. *BusinessWeek*, (3929), 86–88.
- Erenburg, G., Kurov, A., & Lasser, D. J. (2006). Trading around macroeconomic announcements: Are all traders created equal? *Journal of Financial Intermediation*, 15(4), 470–493. doi: 10.1016/j.jfi.2005.07.003

- Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383–417. doi: 10.2307/2325486
- Frino, A., Prodromou, T., Wang, G. H. K., Westerholm, P. J., & Zheng, H. (2017). An empirical analysis of algorithmic trading around earnings announcements. *Pacific-Basin Finance Journal*, 45, 34–51. doi: 10.1016/j.pacfin.2016.05.008
- Glosten, L., Jagannathan, R., & Runkle, D. E. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *Journal of Finance*, 48(5), 1779–1801. doi: 10.1111/j.1540-6261.1993.tb05128.x
- Gold, S. (2019). Integrating volatility and trend conditions in the design of an effective stock market algorithmic trading system. *Journal of Applied Financial Research*, 1, 7–23.
- Granger, C. W. J. (1986). Developments in the study of cointegrated economic variables. *Oxford Bulletin of Economics & Statistics*, 48(3), 213–228.
- Hasbrouck, J. (2002). Stalking the “efficient price” in market microstructure specifications: An overview. *Journal of Financial Markets*, 5(3), 329–339.
- Hendershott, T., Jones, C. M., & Menkveld, A. J. (2011). Does algorithmic trading improve liquidity? *Journal of Finance*, 66(1), 1–33. doi: 10.1111/j.1540-6261.2010.01624.x
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 12(2), 231. doi:10.1016/0165-1889(88)90041-3
- Johansen, S. (1991). Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in gaussian vector autoregressive models. *Econometrica*, 59(6), 1551–1580.
- Johansen, S. (1992). Determination of cointegration rank in the presence of a linear trend. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 54(3), 386–397. doi: 10.1111/%28ISSN%291468-0084/issues
- Jordà, Ò, Knoll, K., Kuvshinov, D., Schularick, M., & Taylor, A. M. (2019). The rate of return on everything, 1870–2015. *The Quarterly Journal of Economics*, 134(3), 1225–1298.
- Kallunki, J., Martikainen, M., & Niemelä, J. E. (2019). Ammattimainen sijoittaminen. 8. uudistettu. painos. *Helsinki: Alma Talent*.
- Kato, T., & Yoshida, T. (2000). Model risk and its control. *Institute for Monetary and Economic Studies, Bank of Japan*.
- Kirilenko, A., Kyle, A. S., Samadi, M., & Tuzun, T. (2017). The flash crash: High-frequency trading in an electronic market. *Journal of Finance*, 72(3), 967–998. doi: 10.1111/jofi.12498

- Knüpfer, S., & Puttonen, V. (2018). *Moderni rahoitus. 10. uudistettu painos. Helsinki: Alma Talent.*
- Malvika Nandlal Chhatwani. (2019). Reflections on theories of market efficiency. *Journal of Public Affairs*, 19(4) doi: 10.1002/pa.1947
- Menkveld, A. J., & Zoican, M. A. (2017). Need for speed? exchange latency and liquidity. *Review of Financial Studies*, 30(4), 1188–1228. doi: 10.1093/rfs/hhx006
- Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica*, 59(2), 347. doi: 10.2307/2938260
- Seo, J., & Chai, S. (2013). The role of algorithmic trading systems on stock market efficiency. *Information Systems Frontiers*, 15(5), 873–888. doi: 10.1007/s10796-013-9442-9
- Weller, B. M. (2018). Does algorithmic trading reduce information acquisition? *Review of Financial Studies*, 31(6), 2184–2226. doi: 10.1093/rfs/hhx137
- Yadav, Y. (2015). How algorithmic trading undermines efficiency in capital markets. *Vanderbilt Law Review*, 68(6), 1607–1671.